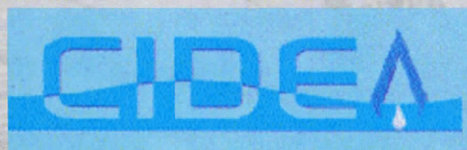
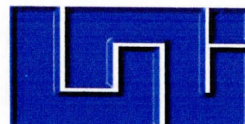
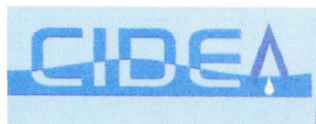


**Efecto de la harina de lombriz de tierra *Eisenia foetidae*
procesada bajo dos tratamientos diferentes,
incluida en alimentos balanceados, sobre los parámetros
productivos del camarón *Litopenaeus vannamei***

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE ECOSISTEMAS ACUATICOS



Esta investigación fue desarrollada a solicitud del Proyecto HARILOMBRIZ de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), bajo convenio de colaboración con el Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos de la Universidad Centroamericana (UCA- CIDEA).



Directora de Investigación

MSc. Agnés Saborío Coze.

Investigadora

MSc. María Cristina Espinoza Espinal.

Colaborador

Br. Luis Enrique Hernández S.

Revisores

MSc. Agnés Saborío Coze.

MSc. Eduardo Flores Coca.

Lic. Zunilda Castellanos C.

Edición y diseño

Lic. Zunilda Castellanos C.

Lic. Nelvia Hernández.

RESUMEN

En este estudio se evaluaron dos tratamientos: Harina de lombriz tratada con solución de cloruro de sodio al 5% o solución salina, y harina de lombriz de tierra tratada con solución de ácido acético al 2% o solución ácida, en dietas para camarón con niveles de inclusión del 5 y 15% respectivamente. Al evaluar las variables de crecimiento, sobrevivencia y conversión alimenticia, se determinó que el tratamiento que ejerció un mejor efecto sobre el crecimiento, fue la harina de lombriz tratada con solución de cloruro de sodio con un nivel de inclusión en la dieta de 5%. En la sobrevivencia, se presentó un mejor efecto en el tratamiento de harina de lombriz de tierra tratada con solución ácido acético al 2%, para un nivel de inclusión en la dieta del 15%. En lo que respecta al factor de conversión alimenticia el mejor efecto se presentó en el tratamiento de harina de lombriz tratada con solución salina con un nivel de inclusión del 15%.

Referencia Bibliográfica

CIDEA-UCA.2004. Efecto de la harina de lombriz de tierra *Eisenia foetidae* procesada bajo dos tratamientos diferentes incluida en alimentos balanceados, sobre los parámetros productivos del camarón *Litopenaeus vannamei*. Managua, Nicaragua. 34 pp.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN | 3 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL: | 3 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: | 3 |
| III. MATERIALES Y MÉTODO | 4 |
| 3.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO | 4 |
| 3.2 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS HARINAS | 4 |
| 3.3 FORMULACIÓN | 4 |
| HARINA DE LOMBRIZ | 5 |
| PROTEÍNA DETERMINADA | 5 |
| 3.4 ELABORACIÓN DE LAS DIETAS | 5 |
| 3.4.1 Descripción del proceso de elaboración de las dietas | 6 |
| 3.5 EVALUACIÓN DE LAS DIETAS | 7 |
| 3.5.1 Descripción del dispositivo | 7 |
| 3.5.2 Descripción y distribución de los tratamientos | 7 |
| 3.5.3 Experimentación de las dietas | 8 |
| 3.5.4 Ración de alimento | 8 |
| 3.5.5 Cálculo de la ración diaria de alimento | 8 |
| 3.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO | 9 |
| 3.6.1 Control de crecimiento y sobrevivencia | 9 |
| 3.6.1.2 Control de sobrevivencia | 9 |
| 3.6.2 Control del alimento suministrado | 9 |
| 3.6.3 Factor de conversión alimenticia | 9 |
| 3.6.4 Factores físicos y químicos | 9 |
| 3.6.5 Análisis químicos | 10 |
| 3.6.6 Análisis patológicos | 11 |
| 3.7 DESCRIPCIÓN DEL MODELO ESTADÍSTICO | 11 |
| IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 12 |
| 4.1 FACTORES AMBIENTALES | 12 |
| 4.1.1 Factores físicos | 12 |
| 4.1.2 Factores químicos | 13 |
| 4.1.3 Metabolitos tóxicos | 14 |
| 4.1.4 Variables evaluadas | 16 |
| V. CONCLUSIONES | 31 |
| VI. RECOMENDACIONES | 31 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA | 32 |

I. INTRODUCCIÓN

Debido a que el alimento es uno de los insumos más caros en la producción de camarón, existe gran interés por la búsqueda de nuevas fuentes proteicas de bajo costo de producción. Por ello se ha puesto interés en investigar sobre la harina de Lombriz como fuente de proteína y como un sustituto de la harina de pescado en alimento para camarón. García T y Jaime B, realizaron un estudio de *Utilización de la Harina de Lombriz de tierra (Eudrilus eugeniae) en Postlarvas de camarón blanco Penaeus schmitti*, para lo cual realizaron dos experimentos; un primer experimento con niveles de inclusión de 5, 10 y 15% y un segundo experimento con niveles de 20, 25 y 30%, obteniéndose mejores resultados con respecto al crecimiento en las dietas con mayor inclusión.

Por lo antes expuesto y dado a que en Nicaragua, existen diferentes instituciones que se dedican al cultivo de lombriz de tierra y que la harina posee un alto valor proteico de aproximadamente de 51%, se realizó el estudio sobre **“Efecto de la harina de lombriz de tierra *Eisenia foetidae* procesada bajo dos tratamientos diferentes (lombrices tratada con solución salina y lombrices tratadas con solución ácida), sobre los parámetros productivos del camarón *Litopenaeus vannamei*, incluida en diferentes niveles en alimentos balanceados para camarones juveniles *Litopenaeus vannamei*”**.

Cabe mencionar que la harina de pescado es una de las materias primas fuente de proteínas más cara usados en la formulación de alimentos balanceados para camarón, por lo que el uso de la harina de lombriz de tierra como fuente de proteína permitirá; la reducción en los costos de producción de estos alimentos. Se espera que los resultados obtenidos de este estudio sean de mucha importancia para la industria productora de alimento balanceado para camarón.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

- Evaluar el efecto de dos tratamientos, (solución salina al 2% y solución ácida al 5%) en el procesamiento de la harina de lombriz de tierra *Eisenia foetidae*, a niveles de inclusión del 5% y 15% en el alimento balanceado para camarones juveniles *Litopenaeus vannamei*, sobre el crecimiento, conversión del alimento y sobrevivencia.

2.2 Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de las cuatro dietas sobre el crecimiento, conversión del alimento y sobre vivencia de los camarones.
- Analizar el comportamiento de los metabolitos tóxicos: Nitratos, amonio y sulfatos durante el experimento.

III. MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos de la Universidad Centroamericana (CIDEA-UCA), en el Área de Nutrición.

3.1 Descripción del estudio

El estudio “Efecto de la harina de lombriz de tierra *Eisenia foetidae* procesada bajo dos tratamientos diferentes, incluida en alimentos balanceados sobre los parámetros productivos del camarón *Litopenaeus vannamei*”, consistió en la evaluación de cuatro dietas: Dieta D1 y D2 con inclusión del 5 y 15% respectivamente de harina lombriz de tierra tratada con solución de cloruro de sodio al 5% (NaCl_2) para su sacrificio y D3 y D4 con inclusión de 5 y 15% respectivamente de harina de lombriz tratada con solución de ácido acético al 2% ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) para su sacrificio con el fin de evitar estrés en las mismas.

3.2 Análisis de la composición nutricional de las harinas

Antes de iniciar a formular las dietas con los diferentes niveles de inclusión se procedió a realizar un análisis bromatológico de las harinas para determinar su composición nutricional (proteína, grasa, fibra, cenizas, humedad y fósforo). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de análisis realizados a las harinas

| Análisis | Harina tratada con solución salina | Harina tratada con solución ácida |
|----------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Proteína | 51.51 | 52.20 |
| Cenizas | 18.95 | 15.36 |
| Humedad | 10.44 | 10.44 |
| Grasa | 7.60 | 9.47 |
| Fibra | 2.44 | 2.84 |
| Fósforo | 1.07 | 0.98 |

En la tabla anterior se reporta que el mayor contenido de proteína se presenta en la harina de lombriz que fue trata con solución salina. De igual manera se comporta el porcentaje de cenizas y fósforo. Los porcentajes de grasa, y fibra fueron menores en esta harina que en la harina tratada con solución ácida. En el caso de la humedad se presentó un mismo porcentaje en las harinas.

3.3 Formulación

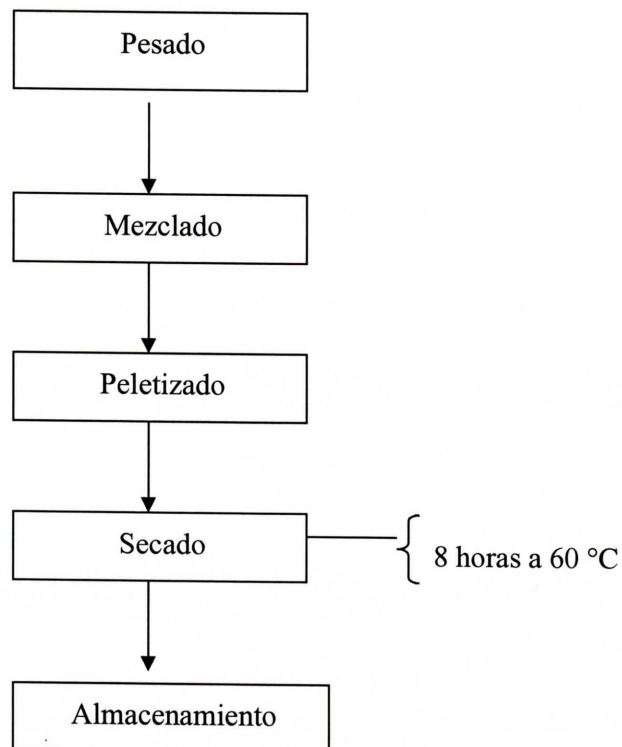
Se formularon cuatro dietas por el método de tanteo para lo cual se contó con una hoja de cálculo la que contiene la información nutricional (porcentaje de proteína, grasa, humedad, ceniza, fibra y fósforo) de las diferentes materias primas que se utilizan para formular dietas para camarón.

Tabla 2. Dietas experimentales

| Ingredientes | Harina de lombriz tratada con solución salina | | Harina de lombriz tratada con solución de ácida | |
|-----------------------------|---|--------------|---|--------------|
| | D1 | D2 | D3 | D4 |
| Harina de pescado | 15 | 7.9 | 15 | 7.9 |
| Harina de soya | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Harina de arroz | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Harina de camarón | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Harina de lombriz | 5 | 15 | 5 | 15 |
| Aceite de pescado | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Aceite vegetal | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Almidón | 21.5 | 18.6 | 21.5 | 18.6 |
| Vitaminas | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Minerales | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Afrecho | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 |
| Alginato de sodio | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Lecitina de soya | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Colina | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Vitamina C | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Proteína determinada | 28.91 | 28.90 | 28.13 | 27.12 |

3.4 Elaboración de las dietas

Figura 1. Flujo de proceso de las dietas



3.4.1 Descripción del proceso de elaboración de las dietas

3.4.1.1 Pesado

Para el pesado de las materias primas incluidas en la fórmula se utilizó una balanza gramera con capacidad de 454 gramos, pesándose de acuerdo con el nivel de inclusión.

3.4.1.2 Mezclado

Se utilizó una mezcladora manual, mezclándose primero los ingredientes de mayor porcentaje de inclusión en la fórmula (harina de pescado, harina de soya, harina de lombriz, harina de arroz, almidón), luego se mezclaron los de menor inclusión (vitaminas, minerales) y por ultimo se adicionaron los aceites y el agua. El mezclado se realizó durante 20 minutos.

3.4.1.3 Peletizado

Para realizar esta operación se utilizó el equipo peletizador, donde se le dio forma de pelet al alimento.

3.4.1.4 Secado

El secado de los pelet se realizó en un horno a temperatura de 60°C por 8 horas, con el fin de eliminar humedad y lograr una mayor gelatinización de los almidones.

3.4.15 Análisis bromatológico

Se determinó el contenido nutricional de cada una de las dietas a evaluar, mediante análisis de proteína, fibra, grasa, cenizas, humedad y fósforo. Los resultados se presentan en la Tabla No. 3.

Tabla 3. Resultados de los análisis realizados a las dietas

| Análisis | D1 Dieta 5% de harina tratada con solución salina | D2 Dieta 15% de harina tratada con solución salina | D3 Dieta 5% de harina tratada con solución ácida | D4 Dieta 15% de harina tratada con solución ácida |
|-----------------|---|--|--|---|
| Humedad | 8.62 | 9.86 | 8.62 | 8.52 |
| Cenizas | 8.75 | 10.39 | 9.20 | 9.12 |
| Proteína | 28.91 | 28.90 | 28.13 | 27.12 |
| Grasa | 6.75 | 2.21 | 2.97 | 6.10 |
| Fibra | 2.05 | 2.16 | 1.98 | 1.61 |
| Fósforo | 0.81 | 0.80 | 0.89 | 0.73 |

De acuerdo a lo reportado en la tabla anterior, las dietas presentaron un comportamiento similar en el porcentaje de proteína, dietas D1 y D2 con inclusión del 5 y 15% de harina tratada con solución de cloruro de sodio, reportan un porcentaje de proteína de 28.91 y 28.90% respectivamente. Las dietas D3 y D4 con inclusión del 5 y 15% de harina tratada con solución de ácido acético reportan un contenido de proteína de 28.13 y 27.12% respectivamente. En relación al contenido de humedad, cenizas, y fósforo los porcentajes son similares. En los porcentajes de grasa se presentaron diferencias en las dietas.

3.5 Evaluación de las dietas

3.5.1 Descripción del dispositivo

Para la evaluación de las dietas se utilizó un dispositivo experimental que consta de 18 cajas plásticas, conectadas a tuberías de PVC para la entrada y salida del agua, debido a que se tiene un sistema de recirculación, el agua es filtrada a través de un filtro de arena; el agua utilizada fue agua de mar. Para oxigenar a los organismos se empleo un sistema de aireación constante.



Foto 1. Dispositivo experimental

3.5.2 Descripción y distribución de los tratamientos

La distribución de las dietas en el dispositivo se realizó al azar:

Tratamiento No. 1. Harina tratada con solución salina

Dieta No. 1: Dieta con inclusión del 5 % de harina tratada con solución salina, 3 réplicas.

Dieta No. 2: Dieta con inclusión del 15% de harina tratada con solución salina, 3 réplicas.

Tratamiento No. 2. Harina tratada con solución ácida

Dieta No. 3: Dieta con inclusión del 5 % de harina tratada con solución ácida, 3 réplicas.

Dieta No. 4: Dieta con inclusión del 15 % de harina tratada con solución ácida, 3 réplicas.

3.5.3 Experimentación de las dietas

Para experimentar las dietas, se confinaron 5 camarones por cada caja con pesos de 2 a 3 gramos, los cuales se aclimataron por cuatro días con el fin de que los organismos se adaptaran al medio. Durante este período, los camarones que murieron fueron sustituidos por otros camarones con peso similar, alimentándose con las dietas correspondientes a cada caja de acuerdo a la selección al azar que se realizó. Pasado los cuatro días, se inició a experimentar los cuatro tratamientos (dietas con inclusión de 5, y 15% de harina de lombriz, tratada con ácido y sal), se evaluaron durante un período de seis semanas.

3.5.4 Ración de alimento

La ración de alimento a suministrar a diario dependió de la biomasa de los camarones por cada caja, partiendo de una tasa de alimentación de 5%, la cual se disminuyó gradualmente el 0.5% cada semana, hasta finalizar en un 2.5% (ver Tabla 4). La ración de alimento diaria se distribuyó en tres porciones, las que se suministraron en horas de la mañana, mediodía y tarde.

Tabla 4. Guía para la determinar la tasa de alimento a suministrar de acuerdo a la biomasa

| Peso del camarón (gramos) | Tasa de alimentación (% de peso vivo) |
|------------------------------|--|
| 3 - 4 | 5 |
| 4 - 5 | 4.5 |
| 5 - 6 | 3 |
| 6 - 7 | 3.5 |
| 7 - 8 | 2 |
| 8 - 9 | 2.5 |

3.5.5 Cálculo de la ración diaria de alimento

Para el cálculo del alimento a suministrar durante el día se utilizó la siguiente fórmula:

Ración diaria de alimento = (c) (s) (p) (a)

c: camarones sembrados

s: sobrevivencia

p: peso

a: tasa de alimentación

La cantidad de alimento suministrado se ajustó cada semana.

3.6 Manejo del experimento

Se realizó limpieza de las cajas todos los días en horas de la mañana (se eliminaron heces y residuos de alimentos, además se realizó el cepillado de orificios de entrada y salida de agua de las cajas del experimento).

3.6.1 Control de crecimiento y sobrevivencia

3.6.1.1 Control de crecimiento

Para conocer el crecimiento de los camarones, estos se pesaron cada semana. De manera individual se pesaron los camarones de cada caja en una balanza gramera.

Para determinar el crecimiento semanal se utilizó la siguiente fórmula:

Índice de crecimiento = Peso actual – Peso final

3.6.1.2 Control de sobrevivencia

Diariamente se llevó un control de los camarones que murieron durante el experimento, asimismo semanalmente se determinó la sobrevivencia por cada caja a través de la siguiente fórmula.

% Sobrevivencia = $\frac{\text{No. camarones semana actual}}{\text{No. inicial de camarones}} \times 100$

3.6.2 Control del alimento suministrado

Se llevó un control diario del alimento suministrado en cada caja, recolectándose el alimento no consumido por caja, el cual se secó en el horno por 2 horas a una temperatura de 105°C. Esto se realizó con el objetivo de conocer la cantidad de alimento no consumido y poder determinar el consumo real del alimento por los organismos.

3.6.3 Factor de conversión alimenticia

El factor de conversión alimenticia se determinó cada semana a través de la siguiente fórmula:

FCA = $\frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Peso ganado}}$

3.6.4 Factores físicos y químicos

3.6.4.1 Factores físicos

- **Temperatura**

Se monitoreó diariamente durante la mañana y tarde, para lo cual se utilizó un Oxímetro YSI 55.

3.6.4.2 Factores químicos

- **Oxígeno**

Se monitoreó todos los días durante la mañana y tarde, utilizando el equipo Oxímetro YSI 55.

- **Salinidad**

Este factor igualmente se midió mañana y tarde, para lo cual se utilizó un refractómetro o salinómetro.



Foto 2. Medición de salinidad durante el experimento

- **pH**

Se midió cada ocho días con un pHmetro.

3.6.5 Análisis químicos

Se realizaron análisis de amonio a través del método de Fenato, el nitrito por el método de Shin y los sulfatos por el método Turbidímetro. Los análisis se hicieron cada quince días, en el laboratorio de Química de Agua del Centro.

3.6.6 Análisis patológicos

Previo a la evaluación de los organismos se realizaron análisis del virus de mancha blanca (WSSV), virus de la Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infecciosa (IHHNV) y virus del síndrome de Taura (TSV), a través de la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa por sus siglas en inglés).

Tabla 5. Resultados de los análisis patológicos

| Análisis | Resultado | Resultados Permisibles |
|--|---------------|------------------------|
| Virus de Mancha Blanca (WSSV) | HL-1 Negativo | Negativo |
| Necrosis Infecciosa Hipodérmica y Hematopoyética (IHHNV) | HL-1 Negativo | Negativo |
| Virus del Síndrome de Taura (TSV) | HL-1 Positivo | Negativo |

Los resultados de la Tabla 5 muestran que hubo presencia del Virus del Síndrome de Taura en los camarones, este virus causa una enfermedad que se presenta durante la fase de crianza de *Litopenaeus vannamei* antes *Penaeus vannamei*, típicamente afecta a juveniles de 0.05 gramos a menos de 5 gramos (USDA, sin año).

3.7 Descripción del modelo estadístico

El efecto de los tratamientos harina tratada con solución de cloruro de sodio o solución salina al 5% y el tratamiento harina de lombriz de tierra tratada con solución de ácido acético al 2% o solución ácida, con inclusiones del 5 y 15% respectivamente en dietas para camarones juveniles *Litopenaeus vannamei*, sobre el crecimiento, sobrevivencia y factor de conversión alimenticia, se analizaron a través de un análisis factorial sobre la base de un diseño completamente al azar (DCA) donde los factores son: Factor (A) = tratamiento, factor (B) = Nivel de inclusión y factor (C) = semanas. Los datos se procesaron a través de arcoseno. Para la comparación de medias se utilizó Duncan.

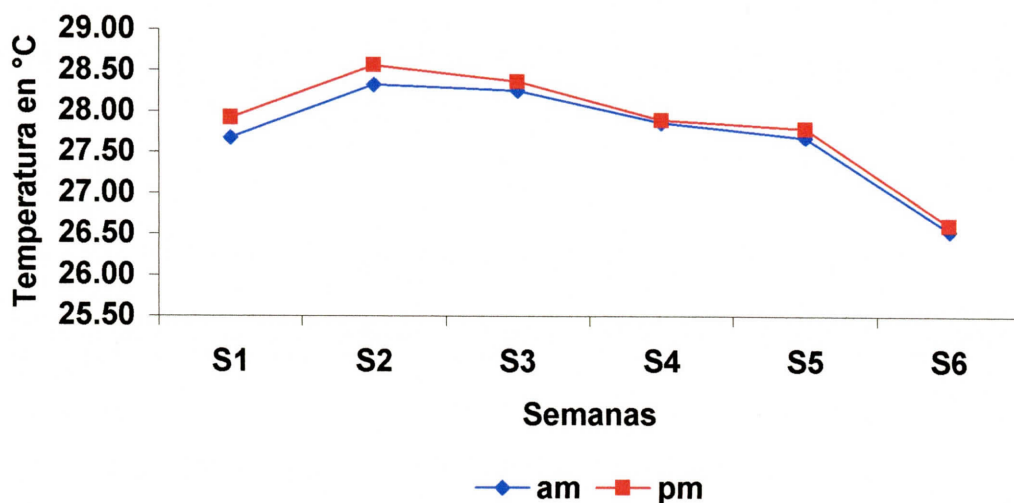
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Factores ambientales

4.1.1 Factores físicos

- Temperatura

Gráfico 1. Comportamiento de la temperatura durante las semanas del experimento

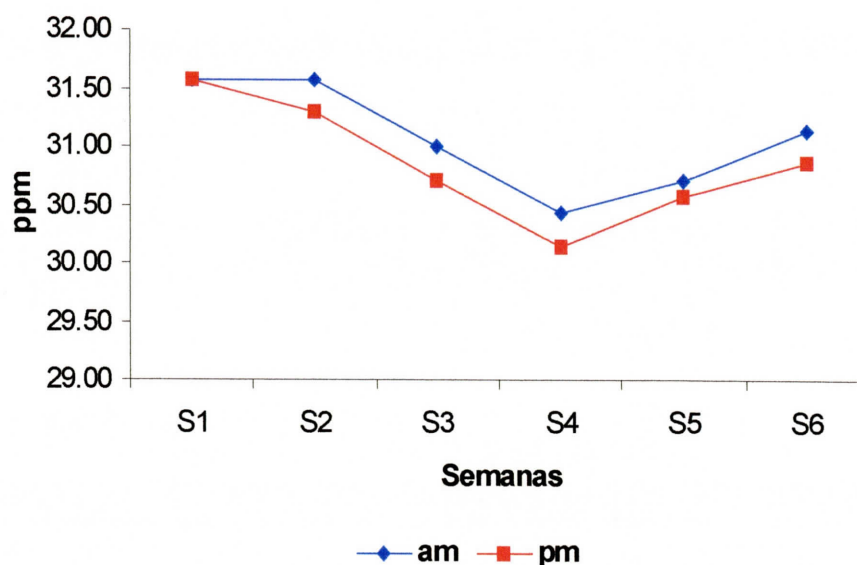


En el gráfico 1 se observa que el valor más alto de temperatura en horas de la mañana, fue de 28.33°C en la semana No. 1 y el menor de 26.54°C en la semana No. 6 de experimentación de las dietas, en horas de la tarde el valor más alto fue de 28.57°C en la semana No. 2 y el menor de 26.61°C en la semana No. 6. La temperatura medida en horas de la mañana y tarde, presentó un comportamiento similar; la temperatura en horas de la tarde fue relativamente mayor en las tres primeras semanas de experimentación. Los valores máximos y mínimos encontrados durante el estudio son adecuados, debido a que se encuentran dentro de los rangos establecidos para el crecimiento de los camarones, los cuales fluctúan entre los 24 a 30 °C (Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. Dirección de Acuicultura, 1991).

4.1.2 Factores químicos

- Salinidad

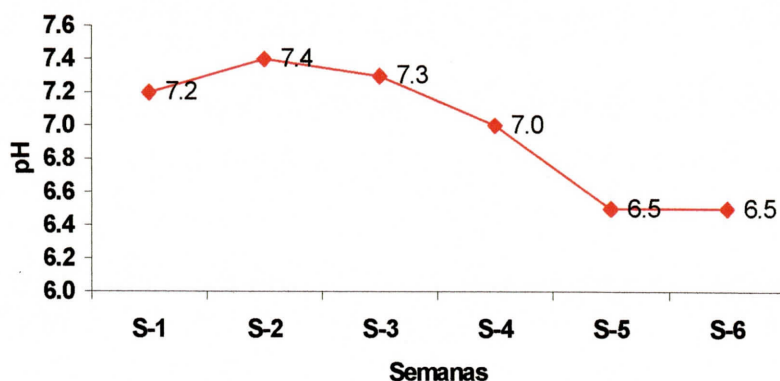
Gráfico 2. Comportamiento de la salinidad medida en la mañana y en la tarde



La concentración de salinidad más alta durante el experimento fue de 31.57 ppm en la semana No. 1 y No. 2 y la más baja de 30.43 ppm en la semana No. 4. En la tarde la concentración más alta fue de 31.57 ppm y se registró en la semana No. 1, la más baja fue de 30.14 ppm en la semana No. 4. Las concentraciones de salinidad obtenidas durante el experimento fueron óptimas para el crecimiento de camarón, según Boyd (2001), el camarón *Litopenaeus vannamei*, *Penaeus monodon* y otras especies se desarrollan a concentraciones de 1 y 40 pmm de salinidad. Por lo que se asume que las concentraciones de salinidad mantenidas durante el estudio no provocaron efectos negativos en el crecimiento de los organismos.

- pH

Gráfico 3. Comportamiento del pH durante el experimento

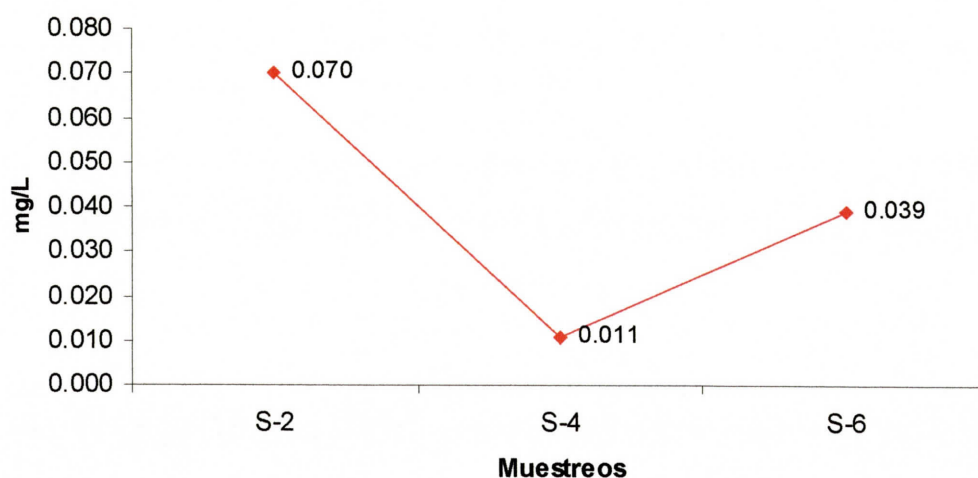


El gráfico 3 muestra el comportamiento del pH durante las seis semanas de evaluación de las dietas, presentándose en la primera semana el valor máximo de 7.2 y un valor mínimo de 6.5 en la última semana, estos valores están dentro del rango de pH establecido por Boyd (2001), para un mejor crecimiento de los camarones el que está comprendido entre 6 a 9 unidades de pH.

4.1.3 Metabolitos tóxicos

- Amonio

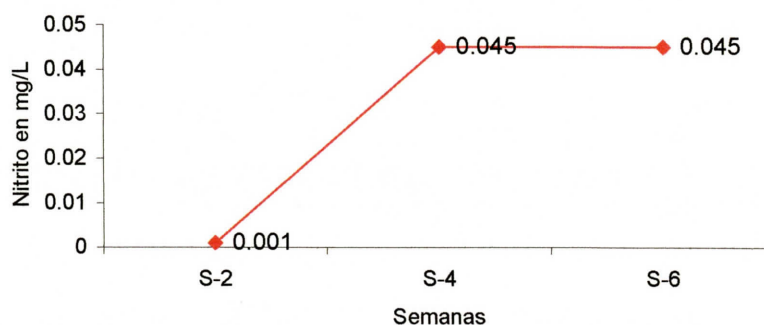
Gráfico 4. Comportamiento del amonio durante el experimento



El gráfico anterior muestra el comportamiento del amonio durante la evaluación de las dietas, para realizar este análisis se tomaron muestras de agua en las semanas No. 2, 4 y 6 del experimento, la concentración máxima de amonio fue de 0.070 mg/L y se presentó en el primer análisis que se realizó que corresponde a la semana No. 2, en la semana No. 4 se observó la concentración más baja de 0.011 mg/L, en la última semana el amonio tendió a aumentar. Boyd (2001), recomienda concentraciones de amonio menores de 2 mg/L. para evitar estrés en el camarón, por lo que las concentraciones máximas y mínimas de amonio en este estudio estuvieron dentro de las concentraciones establecidas para evitar estrés en los organismos en estudio.

- **Nitrito**

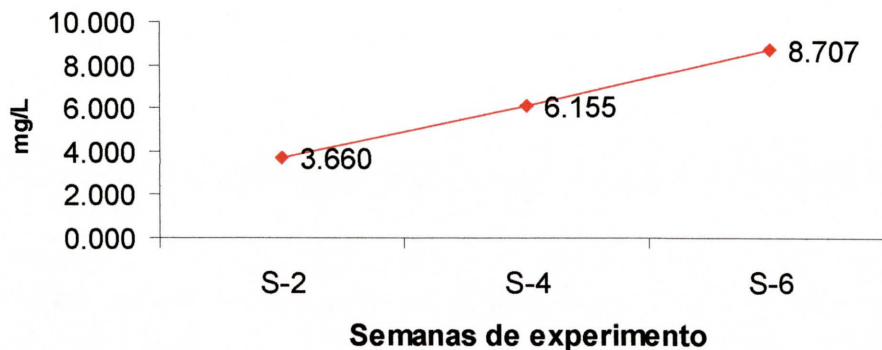
Gráfico 5. Comportamiento del nitrito durante el experimento.



Se observa en el gráfico No. 5 una máxima concentración de 0.045 mg/L en las semanas No. 4 y No. 6, la concentración más baja de 0.001 mg/L se obtuvo en la semana No. 2 de evaluación de las dietas. Estas concentraciones están dentro de los niveles aceptables del nitrito, los cuales deben ser menor a 0.23mg/L. (Boyd, 2001).

- **Sulfato (SO₄)**

Gráfico 6. Comportamiento del sulfato durante el estudio



En el gráfico 6 se muestra una concentración mínima de sulfato de 3.660 mg/L y máxima de 8.70 mg/L. Estos resultados estuvieron dentro de los rangos establecidos para sulfatos por Boyd (2001), de 500 a 3,000 m/L.

4.1.4 Variables evaluadas

4.1.4.1 Crecimiento

Esta variable se midió a través de la diferencia del peso final de los organismos menos el peso inicial, los pesos se determinaron durante cada semana de evaluación.

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable crecimiento

| Análisis de varianza para la variable crecimiento (g) | | | | | |
|---|---------|-------|--------|---------|-----------|
| Fuente de variación | SC | GL | CM | Fc | Significa |
| Tratamiento (A) | 3.6635 | 1.00 | 3.6635 | 16.4593 | *** |
| Nivel de inclusión (B) | 0.0224 | 1.00 | 0.0224 | 0.1008 | NS |
| Semana (C) | 13.1808 | 5.00 | 2.6362 | 11.8437 | *** |
| Interacción (AB) | 1.7901 | 1.00 | 1.7901 | 8.0428 | ** |
| Interacción (AC) | 0.0520 | 5.00 | 0.0104 | 0.0468 | NS |
| Interacción (BC) | 0.2287 | 5.00 | 0.0457 | 0.2055 | NS |
| Interacción (ABC) | 0.1099 | 5.00 | 0.0220 | 0.0988 | NS |
| Error | 10.6838 | 48.0 | 0.2226 | | |
| Total | 29.7312 | 71.00 | | | |

SC: Suma de cuadrados

CM: Cuadrado medio

GL: Grados de libertad

Fc: Estadístico Fc

La Tabla 6 reporta el análisis de varianza para la variable crecimiento, observándose que hubo diferencias significativas para la fuente de variación tratamiento, no así entre los niveles de inclusión de los tratamientos. En esta variable se encontró diferencia altamente significativa para las semanas de evaluación. La interacción de tratamientos y nivel de inclusión reporta diferencias significativas. Al realizar la interacción de los tratamientos con las semanas, nivel de inclusión con las semanas y al interactuar los tratamientos, nivel de inclusión y semanas no se encontró diferencia significativa.

Tabla 7. Comparación de medias de los tratamientos para la variable crecimiento

| Comparación de medias de tratamientos. | | | |
|--|---------------------------|--------|---------|
| Nivel | Tratamiento | Medias | Literal |
| a1 | Solución salina | 5.27 | a |
| a2 | Solución de ácido acético | 4.82 | b |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

Al realizar la comparación de las medias de los tratamientos harina tratada con solución de cloruro de sodio (NaCl_2) al 5% (a-1) y el tratamiento harina tratada con solución de ácido acético ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) al 2% (a-2), muestra que hubo diferencia significativa entre los tratamientos, presentándose una media máxima o mejor crecimiento de 5.27 en el tratamiento con solución salina, el mínimo crecimiento se presentó en el tratamiento de harina tratada con solución ácida con una media de 4.82. Lo que indica que la harina de lombriz tratada con solución salina ejerció un mejor efecto sobre los organismos, esto puede atribuirse a que el cloro y el sodio participan en la regulación de la presión osmótica y el mantenimiento del equilibrio ácido base, además por que el cloro es esencial para el transporte del oxígeno y el óxido de carbono, así como en el mantenimiento del pH de los jugos gástricos (Civera, 1993). En el gráfico 7, se observa el comportamiento de las medias de los tratamientos.

Gráfico 7. Comparación de medias por tratamiento para la variable crecimiento

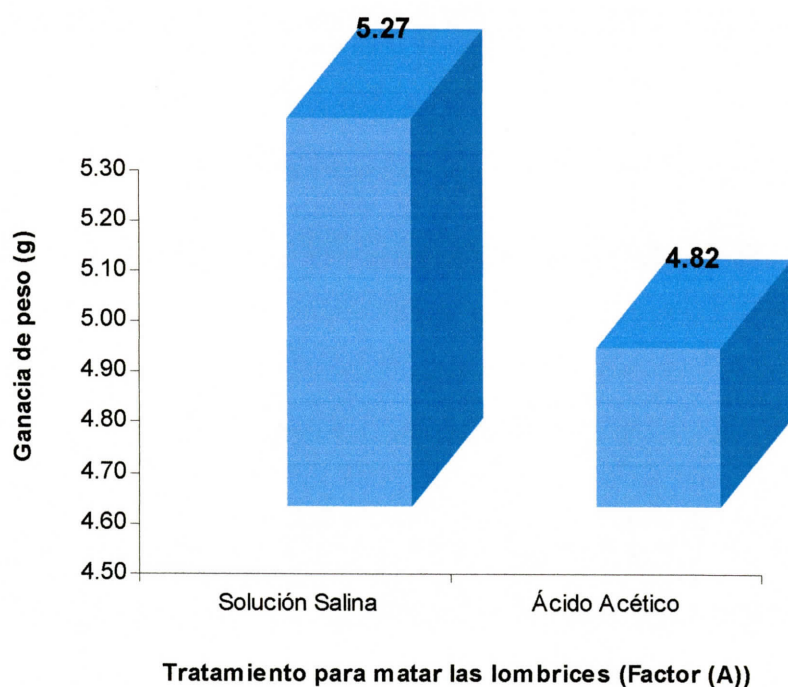


Tabla 8. Análisis de comparación de medias por semana

| Comparación de medias por semana | | | |
|----------------------------------|----------|--------|---------|
| Nivel | Semana | Medias | Literal |
| C6 | Semana 6 | 5.60 | a |
| C5 | Semana 5 | 5.43 | b |
| C4 | Semana 4 | 5.23 | c |
| C3 | Semana 3 | 4.97 | d |
| C2 | Semana 2 | 4.66 | e |
| C1 | Semana 1 | 4.37 | f |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

En la Tabla 8, se presenta la comparación de las medias para la variable crecimiento por semana de evaluación. El máximo crecimiento se presentó en la semana No. 6 que corresponde a la última semana de evaluación de 5.60 gramos y el mínimo en la semana No.1. Así mismo, se refleja que hubo diferencias significativas en las seis semanas de evaluación. El mayor crecimiento reflejado en la semana No. 6 se atribuye a que durante esta semana los camarones presentaron las máximas respuestas con respecto al crecimiento y eficiencia alimenticia (Rosas, 1999). También se atribuye a que los organismos ya se habían adaptado al medio, lo que evitó el estrés. En el gráfico 8 se refleja el comportamiento de las medias por semana para la variable crecimiento.

Gráfico 8. Comparación de medias por semana para la variable crecimiento

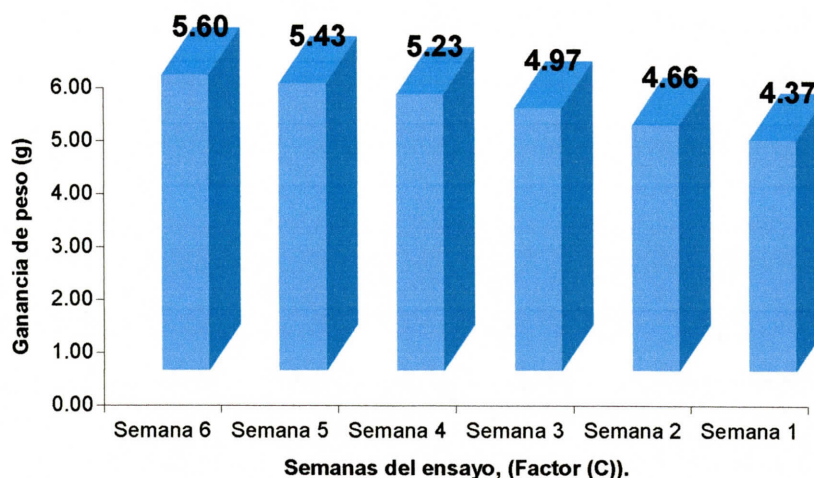


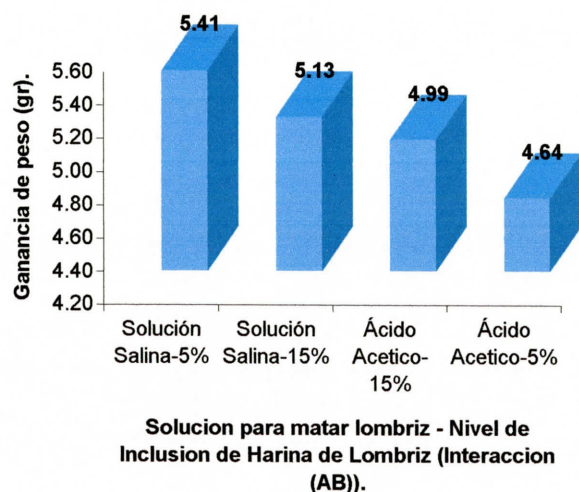
Tabla 9. Comparación de las medias de interacción de los tratamientos (A) y nivel de inclusión (B)

| Comparación de medias de interacción de los tratamientos y nivel de inclusión | | | |
|---|---------------------|--------|---------|
| Nivel | Interacción | Medias | Literal |
| a1b2 | Solución salina-5% | 5.41 | a |
| a1b1 | Solución salina-15% | 5.13 | a |
| a2b1 | Ácido acético-15% | 4.99 | ab |
| a2b2 | Ácido acético-5% | 4.64 | b |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

La tabla 9 muestra que para la variable crecimiento el máximo crecimiento en gramos se presentó en la dieta con un nivel de inclusión del 5% de harina de lombriz tratada con solución salina con una media de 5.41g y el mínimo crecimiento de 4.64 g. en la dieta con inclusión del 5% de harina de lombriz tratada con solución ácida, los cuales presentan diferencia significativa. Al realizar la interacción entre los tratamientos y los niveles de inclusión de las harinas en las dietas, no se encontró diferencia significativa en los niveles de inclusión de 5 y 15% de harina de lombriz tratada con solución salina. De igual manera se comportó la interacción del tratamiento harina de lombriz tratada con ácido (a2) y los niveles de inclusión del 5 y 15%, es decir, no hubo diferencias significativas en el crecimiento entre los niveles de inclusión de los tratamientos. Asimismo se observa que entre los tratamientos (harina tratada con solución salina y harina tratada con solución ácida) se presentaron diferencias significativas, aun que el tratamiento de harina con solución ácida para un nivel de inclusión del 15% tiende a comportarse como el tratamiento de harina tratada con solución salina. En el gráfico 9 se observa el comportamiento de las medias de los tratamientos y el nivel de inclusión.

Gráfico 9. Comparación de medias por tratamiento-nivel de inclusión de harina de lombriz



4.1.4.2 Sobrevivencia

La variable sobrevivencia se determinó a través del número de camarones vivos sobre el número de camarones iniciales multiplicado por cien.

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia

| Análisis de varianza para la variable sobrevivencia | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Fuente de variación | SC | GL | CM | Fc | Significa |
| Tratamiento (A) | 9.72 | 1.00 | 9.72 | 43.66 | *** |
| Nivel de inclusión (B) | 10.99 | 1.00 | 10.99 | 49.38 | *** |
| Semana (C) | 1.09 | 5.00 | 0.22 | 0.98 | NS |
| Interacción (AB) | 1.83 | 1.00 | 1.83 | 8.22 | ** |
| Interacción (AC) | 0.26 | 5.00 | 0.05 | 0.23 | NS |
| Interacción (BC) | 0.26 | 5.00 | 0.05 | 0.23 | NS |
| Interacción (ABC) | 1.09 | 5.00 | 0.22 | 0.98 | NS |
| Error | 61.32 | 48.0 | 1.28 | | |
| Total | 86.56 | 71.00 | | | |

SC: Suma de cuadrados

CM: Cuadrado medio

GL: Grados de libertad

Fc: Estadístico Fc

La tabla 10 refleja el análisis de varianza para la variable sobrevivencia, determinándose que hubo diferencias significativas entre los tratamientos (A), harina tratada con solución salina y harina tratada con solución ácida. También se encontraron diferencias significativas entre los niveles de inclusión, no así en la fuente de variación semana. Al interactuar la fuente de variación tratamiento con la fuente de variación nivel de inclusión se encontró diferencia significativa; al interactuar la fuente de variación tratamiento con la fuente de variación semana, no se encontró diferencia significativa. De igual manera no se encontró diferencia significativa al interactuar nivel de inclusión con semanas. También se determinó en el análisis de varianza que al interactuar la fuente de variación con tratamiento, nivel de inclusión y semana no hubo diferencia significativa con relación a la variable sobrevivencia.

Tabla 11. Comparación de medias de los tratamientos para la variable sobrevivencia

| Comparación de medias de tratamientos | | | |
|---------------------------------------|---------------------------|--------|---------|
| Nivel | Tratamiento | Medias | Literal |
| a2 | Solución de ácido acético | 8.79 | a |
| a1 | Solución salina | 8.05 | b |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

La tabla 11 se muestra que al comparar las medias de los tratamientos, se presentó una mejor sobrevivencia en el tratamiento de harina tratada con solución ácida para una media de 8.79 la cual es diferente significativamente a la media obtenida en el tratamiento con solución salina de 8.05. En el gráfico 10, se presenta el comportamiento de las medias de los tratamientos para la variable sobrevivencia.

La sobrevivencia no se presenta en porcentajes, debido a que los datos se procesaron a través de arcoseno para realizar el análisis estadístico.

Gráfico 10. Comparación de medias de sobrevivencia para los tratamientos

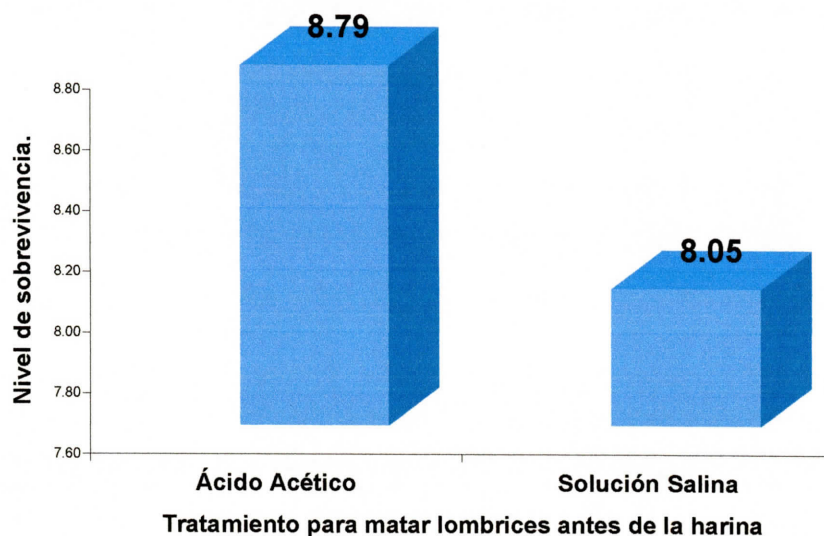


Tabla 12. Comparación de medias por nivel de inclusión

| Comparación de medias por nivel de inclusión | | | |
|--|-----------|--------|---------|
| Nivel | Inclusión | Medias | Literal |
| b1 | Nivel 15% | 8.81 | a |
| b2 | Nivel 5% | 8.03 | b |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

Al comparar las medias de la variable sobrevivencia con respecto al nivel de inclusión, se determinó que la inclusión del 15% de harina de lombriz presentó una mejor sobrevivencia de 8.81 la cual es diferente significativamente a la media mínima de 8.03 que corresponde al nivel de inclusión de harina del 5%. En el gráfico 11 se refleja el comportamiento de las medias de la variable sobrevivencia para niveles de inclusión de harina de lombriz de tierra.

Gráfico 11 Comparación de medias de sobrevivencia para niveles de inclusión de harina de lombriz de tierra

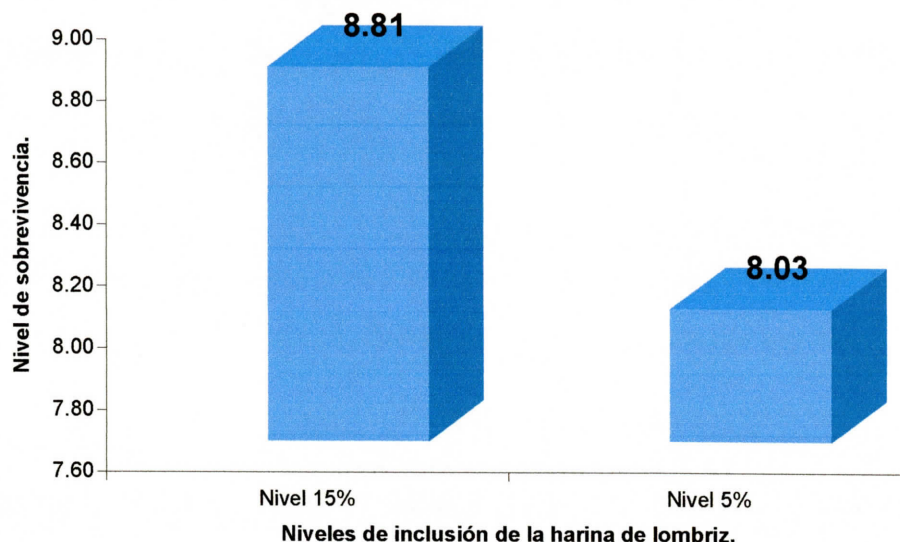


Tabla 13. Comparación de medias de interacción de los tratamiento y el nivel de inclusión

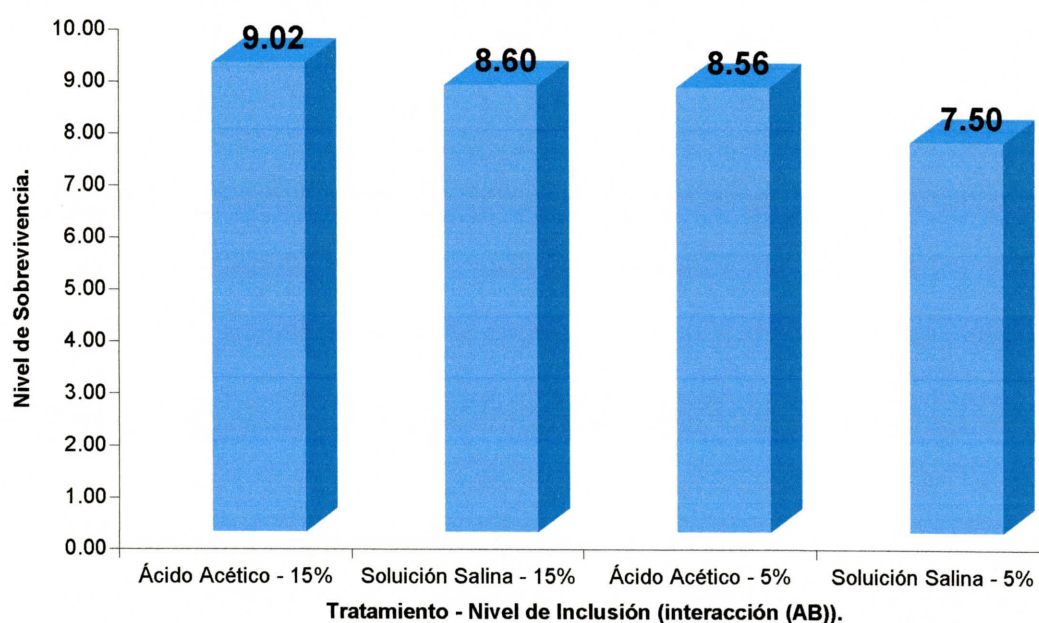
| Comparación de medias de interacción de los tratamientos y nivel de inclusión | | | |
|---|------------------------------|--------|---------|
| Nivel | Interacción | Medias | Literal |
| a2b1 | Solución ácido acético - 15% | 9.02 | a |
| a1b1 | Solución salina - 15% | 8.60 | b |
| a2b2 | Solución ácido acético - 5% | 8.56 | c |
| a1b2 | Solución salina - 5% | 7.50 | d |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

Al comparar las medias de los tratamientos con sus respectivos niveles de inclusión, se obtuvo que la mejor sobrevivencia o media máxima de 9.02 se presentó en el tratamiento de harina con solución ácida con un porcentaje de inclusión en la dieta de 15%, valor que es diferente significativamente, a las medias obtenidas en los demás niveles de inclusión para los tratamientos de solución salina y ácida. La media mínima de 7.50 se presentó en el tratamiento con solución salina para un nivel de inclusión del 5%.

El valor de sobrevivencia mínima no se atribuye directamente al efecto del tratamiento de harina tratada con sal o el nivel de inclusión, debido a que los organismos en estudio presentaron presencia del virus de Taura, el que causa una enfermedad que se presenta durante la fase de crianza de *Litopenaeus vannamei*, este virus típicamente afecta a juveniles de 0.05 gramos a menos de 5 gramos, por lo que se puede atribuir la baja sobrevivencia a que estos organismos se vieron mayormente afectados por esta enfermedad. En el gráfico 12, se observa el comportamiento de la comparación de medias de interacción de los tratamientos y el nivel de inclusión.

Gráfico No.12 Comparación de medias de sobrevivencia para tratamiento – nivel de inclusión de harina de lombriz de tierra



4.1.4.3 Factor de conversión alimenticia

Esta variable se determinó a través del alimento consumido sobre la ganancia de peso.

Tabla 14. Análisis de varianza para la variable factor de conversión alimenticia

| Análisis de varianza para la variable factor de conversión alimenticia | | | | | |
|--|----------|-------|---------|---------|-----------|
| Fuente de variación | SC | GL | CM | Fc | Significa |
| Tratamiento (A) | 0.0000 | 1.00 | 0.0000 | 0.0000 | NS |
| Nivel de inclusión (B) | 4.7895 | 1.00 | 4.7895 | 21.5183 | *** |
| Semana (C) | 17.7629 | 5.00 | 3.5526 | 15.9611 | *** |
| Interacción (AB) | 0.0045 | 1.00 | 0.0045 | 0.0203 | NS |
| Interacción (AC) | 24.3154 | 5.00 | 4.8631 | 21.8488 | *** |
| Interacción (BC) | 77.8670 | 5.00 | 15.5734 | 69.9682 | *** |
| Interacción (ABC) | 23.4271 | 5.00 | 4.6854 | 21.0507 | *** |
| Error | 798.9817 | 48.0 | 16.6455 | | |
| Total | 947.1482 | 71.00 | | | |

SC: Suma de cuadrados

CM: Cuadrado medio

GL: Grados de libertad

Fc: Estadístico Fc

El análisis de varianza para la variable conversión alimenticia demuestra que para esta variable los tratamientos no presentaron diferencia significativa, lo que indica que los tratamientos presentaron un mismo efecto. En relación, al nivel de inclusión y fuente de variación semana, presentaron diferencia significativa. En la interacción tratamiento con nivel de inclusión no hubo diferencia significativa, presentándose diferencias estadísticamente significativas al interactuar los tratamientos con las semanas de evaluación, nivel de inclusión con las semanas y tratamientos con nivel de inclusión y semanas.

Tabla 15. Comparación de medias del factor conversión alimenticia

| Comparación de medias de conversión alimenticia | | | |
|---|--------------------|--------|---------|
| Nivel | Nivel de inclusión | Medias | Literal |
| b1 | Nivel de 15% | 5.82 | a |
| b2 | Nivel de 5% | 5.30 | b |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

Al comparar las medias del factor de conversión alimenticia de acuerdo al nivel de inclusión, se determinó que el nivel de 5% de harina de lombriz presentó el mejor factor de conversión alimenticia de 5.30, el cual también presentó diferencia significativa en relación al nivel del 15% para una media de 5.82. En el gráfico No. 13 se refleja en comportamiento de las medias del factor de conversión alimenticia para los niveles de inclusión.

Gráfico 13. Comparación de medias de conversión alimenticia para niveles de inclusión

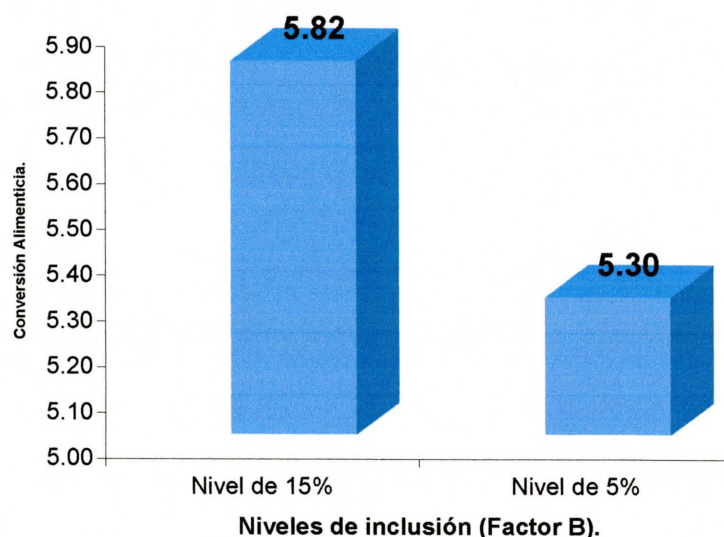


Tabla 16. Comparación de medias por semana para el factor de conversión alimenticia

| Comparación de medias por semana del factor de conversión alimenticia | | | |
|---|----------|--------|---------|
| Nivel | Semana | Medias | Literal |
| c2 | Semana 2 | 6.26 | a |
| c3 | Semana 3 | 6.14 | ab |
| c5 | Semana 5 | 5.54 | b |
| c6 | Semana 6 | 5.41 | bc |
| c1 | Semana 1 | 5.05 | c |
| c4 | Semana 4 | 4.95 | d |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

En la tabla 16 se presenta la comparación de las medias para la variable factor de conversión alimenticia por semana de evaluación, observándose que la media máxima de 6.26 se presentó en la semana No. 2 y la media mínima de 4.95 en la semana No. 4, lo que indica que en esta semana se presentó el mejor factor de conversión.

Se asume que este comportamiento se dio debido a que durante esta semana (cuarta semana) se presentó un intervalo de tolerancia dentro del cual las respuestas de los camarones fueron máximas y tuvieron una mejor eficiencia alimenticia. Los valores del factor de conversión alimenticia obtenidas en este estudio son similares a los encontrados por García (1992), con valores máximos de 8.90 y mínima de 7.4 en un estudio de utilización de harina de lombriz de tierra en alimentación de postlarva de camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. Así mismo, se refleja que la semana que presentó el factor de conversión de alimenticia más bajo es estadísticamente diferente al comportamiento de los factores de las semanas de evaluación. En el gráfico 14 se presenta el comportamiento de medias del factor de conversión alimenticia por semana de experimento.

Gráfico 14. Comparación de medias del factor de conversión alimenticia por semana de experimento

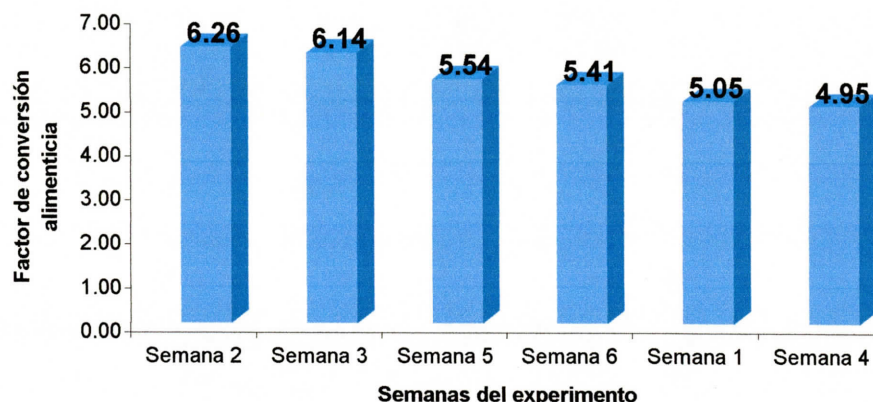


Tabla 17. Comparación de medias del factor de conversión alimenticia por tratamiento por semanas de experimento

| Comparación de medias por tratamiento-semana | | | |
|--|-------------|--------|---------|
| Nivel | Interacción | Medias | Literal |
| a2c3 | Acético-S3 | 7.29 | a |
| a1c2 | Salina-S2 | 6.39 | b |
| a2c2 | Acético-S2 | 6.13 | b |
| a1c5 | Salina-S5 | 6.08 | b |
| a1c6 | Salina-S6 | 5.89 | b |
| a2c1 | Acético-S1 | 5.33 | c |
| a1c4 | Salina-S4 | 5.23 | c |
| a2c5 | Acético-S5 | 5.00 | c |
| a1c3 | Salina-S3 | 4.98 | cd |
| a2c6 | Acético-S6 | 4.94 | c |
| a1c1 | Salina-S1 | 4.78 | c |
| a2c4 | Acético-S4 | 4.66 | c |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

En la tabla 17 se presenta la comparación de la variable conversión alimenticia por tratamiento y por semana de evaluación, observándose que en el tratamiento harina de lombriz tratada con solución de ácido acético presentó el mejor valor de conversión alimenticia con una media de 4.66 correspondiente a la semana No. 4, lo que indica que en esta semana la harina tratada con este ácido presentó un mejor efecto sobre el crecimiento del camarón a un menor consumo de alimento. El tratamiento harina de lombriz tratada con ácido acético presentó un factor de conversión alimenticia más alto de 7.29 en la semana No 3. Las medias máximas y mínimas presentan diferencias estadísticamente significativas. La tabla 17 refleja que la semana No. 2 para el tratamiento con solución salina y solución ácida son similares, de igual manera la semana No. 5 y 6 para el tratamiento de harina tratada con solución salina. Asimismo se observa que el resto de las semanas para los tratamientos de solución salina y ácida presentaron similitud. El gráfico 15 refleja las medias de conversión alimenticia para los tratamientos por semana.

Gráfico 15 Comparación de medias de conversión alimenticia para tratamiento –semana

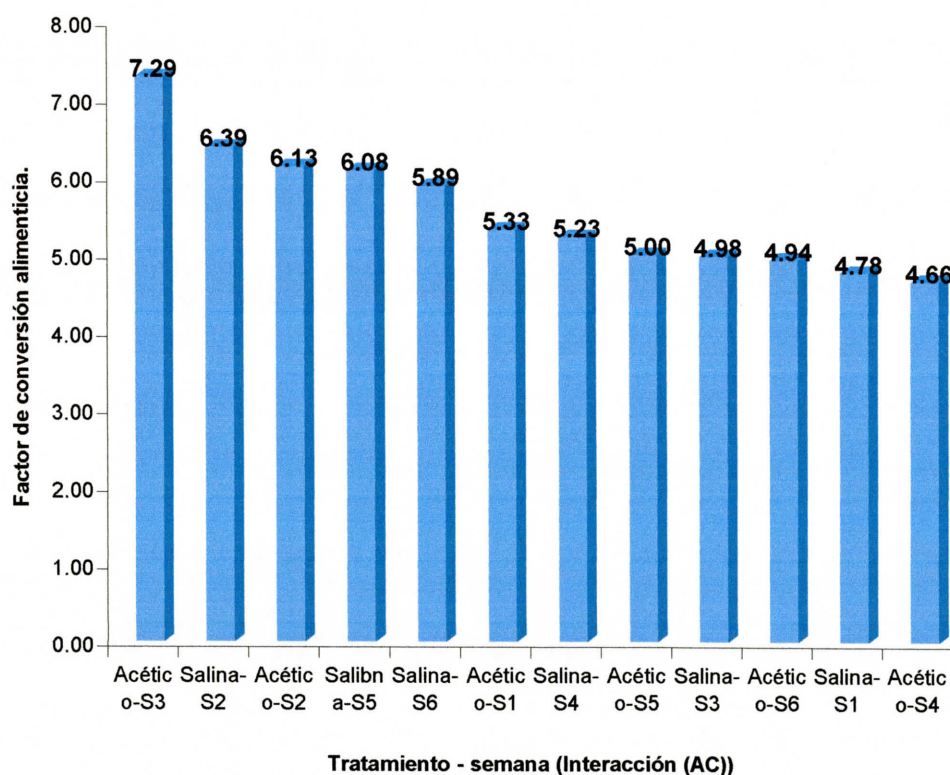


Tabla 18. Comparación de medias por nivel de inclusión y semanas

| Comparación de medias por nivel de inclusión-semana | | | |
|---|-------------|--------|---------|
| Nivel | Interacción | Medias | Literal |
| b1c3 | 15%-S3 | 8.31 | a |
| b2c2 | 5%-S2 | 7.08 | b |
| b1c6 | 15%-S6 | 6.31 | b |
| b2c1 | 5%-S1 | 5.89 | b |
| b1c5 | 15%-S5 | 5.57 | b |
| b2c5 | 5%-S5 | 5.51 | bc |
| b1c2 | 15%-S2 | 5.45 | c |
| b1c4 | 15%-S4 | 5.05 | c |
| b2c4 | 5%-S4 | 4.84 | c |
| b2c6 | 5%-S6 | 4.52 | d |
| b1c1 | 15%-S1 | 4.22 | d |
| b2c3 | 5%-S3 | 3.97 | d |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

La tabla 18 muestra que el mejor factor de conversión alimenticia se presentó en la semana No. 3 de 3.97 para el nivel de inclusión de 5% de harina de lombriz de tierra, asimismo se puede observar que existe diferencia significativa entre el valor mínimo del factor de conversión y la media máxima de 8.31 para el nivel de inclusión de 15% en la semana No. 3. En el gráfico 16 se presentan las medias del factor de conversión alimenticia para el nivel de inclusión por semana.

Gráfico 16. Comparación de medias de conversión alimenticia para nivel de inclusión por semana

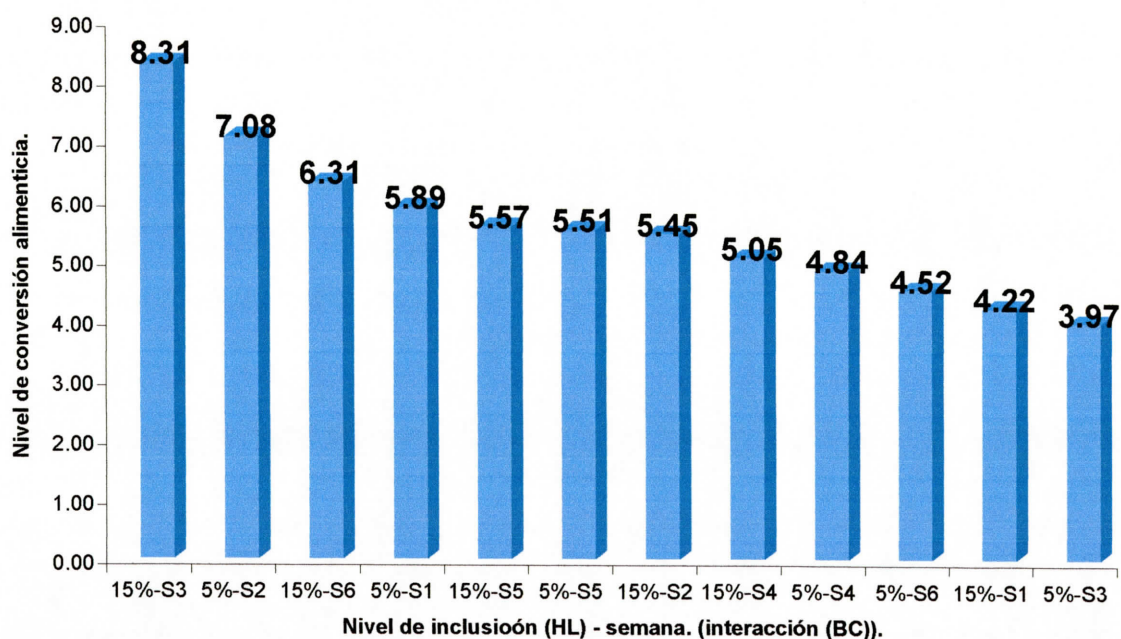


Tabla 19. Comparación de medias por tratamiento-nivel de inclusión – semana

| Comparación de medias por tratamiento-nivel de inclusión-semana | | | |
|--|-----------------------|---------------|----------------|
| Nivel | Interacción | Medias | Literal |
| a2b1c3 | Acético-15%-S2 | 9.87 | a |
| a2b2c2 | Acético-5%-S2 | 7.46 | b |
| a2b2c1 | Acético-5%-S1 | 6.99 | b |
| a1b2c5 | Sal-5%-S5 | 6.95 | b |
| a1b1c6 | Sal-15%-S6 | 6.88 | b |
| a1b1c3 | Sal-5%-S3 | 6.74 | b |
| a1b2c2 | Sal-15%-S2 | 6.69 | b |
| a1b1c2 | Sal-5%-S2 | 6.09 | b |
| a2b1c5 | Acético-5%-S5 | 5.93 | b |
| a2b1c6 | Acético-5%-S6 | 5.74 | b |
| a1b2c4 | Sal-15%-S4 | 5.29 | b |
| a1b1c5 | Sal-5%-S5 | 5.21 | bc |
| a1b1c4 | Sal-5%-S4 | 5.17 | c |
| a2b1c4 | Acético-5%-S4 | 4.93 | c |
| a1b2c6 | Sal-15%-S6 | 4.90 | c |
| a2b1c2 | Acético-5%-S2 | 4.80 | c |
| a1b2c1 | Sal-15%-S1 | 4.79 | c |
| a1b1c1 | Sal-5%-S1 | 4.76 | c |
| a2b2c3 | Acético-15%-S3 | 4.71 | cd |
| a2b2c4 | Acético-15%-S4 | 4.39 | d |
| a2b2c6 | Acético-15%-S6 | 4.13 | d |
| a2b2c5 | Acético-15%-S5 | 4.07 | d |
| a2b1c1 | Acético-15%-S1 | 3.67 | d |
| a1b2c3 | Sal-15%-S3 | 3.23 | e |

Letras diferentes presentan diferencia significativa ($p < 0.05$)

La tabla de comparación de medias por tratamiento, nivel de inclusión y semana, expresa que el mejor factor de conversión alimenticia de 3.23 se obtuvo en la semana No. 3 para un nivel de inclusión de 15% de harina de lombriz de tierra tratada con solución salina, el que es diferente significativamente a las demás medias encontradas para el tratamiento de harina tratada con ácido y los niveles de inclusión del 5% del mismo tratamiento. La media máxima de 9.87 se obtuvo en la semana No. 2 para el tratamiento de harina tratada con solución ácida. Asimismo muestra que las inclusiones del 15% de harina de lombriz tratada con ácido presentaron conversiones alimenticias bajas en las semanas de No. 1, 5, 6, 4, 3, siendo las medias obtenidas durante estas semanas similares.

V. CONCLUSIONES

El factor físico temperatura y los factores químicos salinidad, pH, metabolitos tóxicos (amonio, nitritos y sulfatos) no ejercieron ningún efecto negativo sobre los organismos en estudio, estos factores presentaron un comportamiento normal durante la evaluación de las dietas, debido a que reportaron valores que están dentro de los rangos establecidos como adecuados para el buen desarrollo de los camarones.

En la variable crecimiento, el tratamiento que ejerció un mejor efecto fue la harina de lombriz tratada con solución de cloruro de sodio al 5%, con un nivel de inclusión en la dieta del 5%, debido a que ésta presentó una media máxima de 5.41, no existiendo diferencia significativa entre la media obtenida para esta dieta y la dieta con el nivel de inclusión del 15% de este mismo tratamiento, la cual presentó una media de 5.13. Los valores de las medias determinadas para este tratamiento tanto en la en la dieta con nivel de inclusión del 5 y 15%, fueron significativamente diferente a las medias del tratamiento de harina tratada con solución de ácido acético al 2 % en las dietas con los mismos niveles de inclusión.

En relación a la sobrevivencia, el tratamiento de harina de lombriz de tierra tratada con solución de ácido acético al 2% presentó una mejor sobrevivencia con una media de 9.02, en la dieta con un porcentaje de inclusión del 15 %, valor que es significativamente diferente a la media obtenida en la dieta con un porcentaje de inclusión del 5% de este mismo tratamiento, siendo además esta dieta la que presentó la sobrevivencia más baja. Los valores de las medias obtenidas en el tratamiento de harina de lombriz de tierra tratada con cloruro de sodio al 5% o solución salina en las dietas con un nivel de inclusión del 5 y 15% respectivamente, fueron significativamente diferentes a la dieta que presentó la mejor sobrevivencia. Cabe señalar que se realizaron análisis patológicos determinándose que los organismos se vieron afectados por el virus del síndrome de Taura, lo que pudo haber provocado problemas de mortalidad.

Para el factor de conversión alimenticia, el tratamiento de harina de lombriz tratada con solución salina con un nivel de inclusión del 15% en la dieta presentó el mejor factor de conversión de 3.23 en la semana de evaluación No. 3, el cual es diferente significativamente al nivel del 5% de inclusión para este mismo tratamiento, asimismo es diferente al valor de las medias de los niveles de inclusión del tratamiento de harina tratada con ácido.

VI. RECOMENDACIONES

Debido al alto valor proteico que posee la harina de lombriz de tierra, y a que puede ser utilizada como sustituta de harina de pescado en alimentos para camarón se recomienda realizar investigaciones de evaluación de dietas que incluyan en la formula harina de lombriz en estanques de cultivo camarón.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- BOYD C, 2001. *Consideraciones sobre calidad de agua y del suelo en cultivos de camarón en Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica*. Traducido por Emilio Ochoa Moreno, 1ª edición. Managua: Editorial - Imprenta – UCA. 295 Pág.
- CIVERA R. 1993. *Requerimientos minerales de crustáceos en Memorias del primer simposium internacional de nutrición y tecnología de los alimentos para acuicultura*. Cruz Suárez L Elizabeth, Ricque Marie Denis, Mendoza Alfaro Roberto. División de Nutrición Animal, Asociación Americana de la Soya. Programa Maricultura, facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. 491 Pág.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE EXTENSIÓN AGROPECUARIA. 1991. Dirección de Acuicultura, Departamento de Capacitación y Divulgación. Manual No.4. *Parámetros Importantes de Calidad de Aguas del Cultivo de Organismos Acuáticos en Estanques de Aguas Salobres*. 27 Pág.
- JAIME, B. y García, 1992. *Utilización de la harina de lombriz de tierra (Eudrilus eugeniae) en la alimentación de postlarvas del camarón blanco, Penaeus schmitti. En Engorde y maduración de camarones peneidos*. Volumen II, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Subprograma II Acuicultura. 162 Pág.

ROSAS, C. 1999. *Ecofisiología de camarones de la familia Penaeidae*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigación del Camarón, Universidad Centroamericana. Sin número de páginas.

USDA, sin año. Programa de Reconstrucción Huracán Mitch. *Manual para el Diagnostico de Enfermedades del Camarón*. Editado por Lightner Donald. 93 Pág.



Para adquirir copias adicionales de éste documento escribir a:
Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos (CIDEA)
Universidad Centroamericana (UCA)
Apdo. 69 Managua, Nicaragua
E-mail cidea@ns.uca.edu.ni